

8. ダム及び河道外貯留施設

8. 1 ダム等に関する被害の全体概要

新潟県中越地震の本震後には、ダム管理者による臨時点検が実施された。その結果、ほとんどのダム等で変状がなかったものの、小千谷市、十日町市、川西町に位置する6施設で変状が報告された（表 8.1 参照）。国土技術政策総合研究所および独立行政法人土木研究所は調査チームを派遣し、変状の有無とその状況、地震による変形量や漏水量（浸透量）の変化等について現地調査を行った。その結果、一部の施設における堤体の亀裂等が確認され、安全確保のため一部の施設では速やかなる水位低下を行った。

表 8.1 本震での臨時点検結果¹⁾

分類		点検ダム数	変状報告
国土交通 省所管	直轄	10	なし
	補助	30	なし
水資源機構所管		3	なし
利水専用施設		71	新潟県所有の農業用の 3 ダム（川西ダム、長福寺ダム、坪山ダム）
合計		114	

※上記に加え、3つの河道外貯留施設（JR 東日本所有の浅河原調整池、新山本調整池、山本調整池）で変状報告。

8. 2 調査の概要

現地調査の概要を表 8.2 に示す。調査対象ダム等（表 8.3 参照）と震央との位置関係を図 8.1 に示す。調査目的は、地震後の臨時点検で指摘されたものも含めて地震による変状の有無とその状況の確認、地震動の記録状況の確認と収集、堤体変位や漏水量等の地震前後での変化と、変化している場合にはその後の変化傾向の確認などである。なお、本報告では変状が相対的に大きかった東日本旅客鉄道（以下「JR 東日本」）の発電用調整池、および農業用フィルダムの変状・被害を報告する。また、収集された地震動についても報告する。

表 8.2 現地調査の概要

調査班編成	日程	調査箇所
国土技術政策総合研究所 河川研究部 ダム研究室 室 長：安田成夫 独立行政法人土木研究所 水工研究グループ ダム構造物チーム 主任研究員：佐々木隆	10 月 25 日（月）	浅河原調整池 鯖石川ダム 柿崎川ダム
	10 月 26 日（火）	新山本調整池 山本調整池
（地震動記録の収集） 国土技術政策総合研究所 河川研究部 ダム研究室 研究官：佐野貴之	10 月 27 日（水）	奈良俣ダム
（新潟県中越地震ダム工学会災害調査団） 国土技術政策総合研究所 河川研究部 ダム研究室 主任研究官：金銅将史 独立行政法人土木研究所 水工研究グループ ダム構造物チーム 上席研究員：山口嘉一 研究員：富田尚樹	11 月 5 日（金）	浅河原調整池 長福寺ダム 坪山ダム 川西ダム
	11 月 6 日（土）	新山本調整池 山本調整池 広神ダム 妙見堰
（信濃川発電所復旧工事技術専門委員会 調整池分科会） 国土技術政策総合研究所 河川研究部 ダム研究室 室 長：安田成夫 独立行政法人土木研究所 水工研究グループ ダム構造物チーム 上席研究員：山口嘉一	11 月 12 日（金）～13 日（土）	浅河原調整池 新山本調整池 山本調整池

表 8.3 現地調査ダム等の一覧

名称	管理者	形式	堤高(m)	竣工年
浅河原調整池	JR 東日本	中央遮水ゾーン型 アース	37.0	1945
新山本調整池	JR 東日本	中央遮水壁型ロック フィル	44.5	1990
山本調整池	JR 東日本	中央遮水ゾーン型 アース	27.22	1954
鯖石川ダム	新潟県土木部	重力式コンクリート	37.0	1973
柿崎川ダム	新潟県土木部	中央土質遮水壁型ロ ックフィル	54.0	2003
長福寺ダム	新潟県農地部	中央遮水ゾーン型 アース	27.2	2000
坪山ダム	新潟県農地部	中央遮水ゾーン型 アース	20.5	1997
川西ダム	新潟県農地部	中央遮水ゾーン型 アース	43.0	1978
広神ダム	新潟県土木部	重力式コンクリート	83.0	建設中
奈良俣ダム	水資源機構	中央土質遮水壁型ロ ックフィル	158.0	1991
妙見堰	国土交通省北陸地方整備局	可動堰	13.815※	1990

※上流水叩きの上面（T.P. 32.430m）から堰柱の天端（T.P. 46.215m）までの高さ。

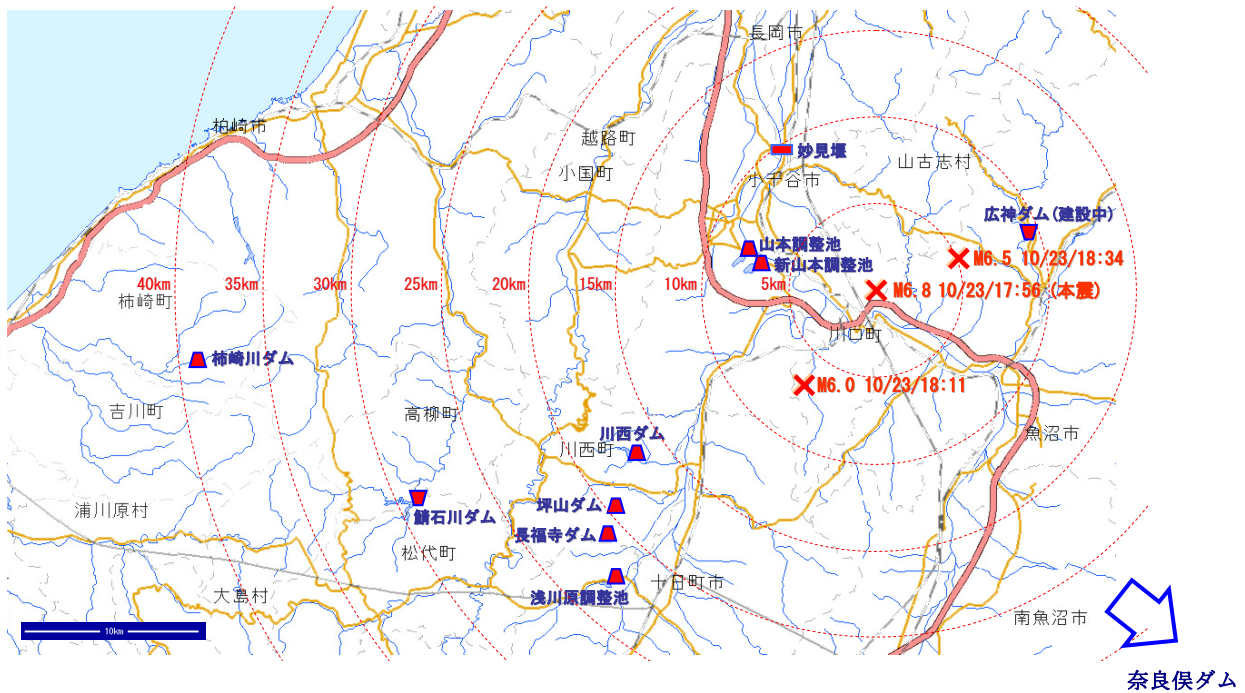


図 8.1 調査ダム等と震央の位置関係

(国土交通省国土地理院 電子国土ポータル (URL:<http://www.cyberjapan.jp/>)
掲載地図に加筆)

8. 3 調査結果および考察

8. 3. 1 調査結果

8. 3. 1. 1 発電用調整池

JR 東日本の信濃川発電所は、信濃川本川に築造された宮中取水ダムから取水した水を浅河原調整池、山本調整池、新山本調整池の3つの調整池に送り、そこからの導水で発電所内の発電機を回し、上越線や関東一円の列車運転等に電力を供給する施設である。信濃川発電所の主要施設配置を図 8.2 に示す。

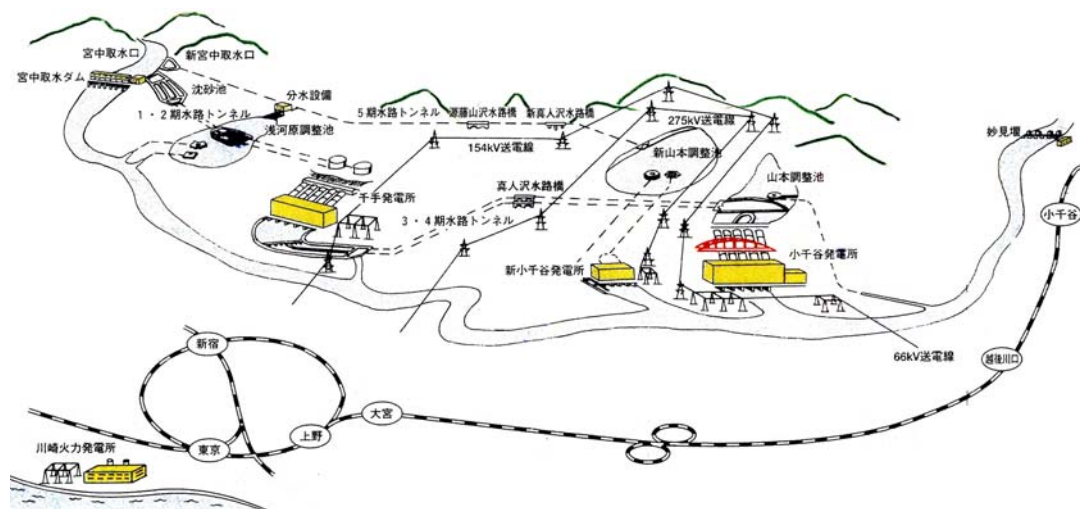


図 8.2 信濃川発電所の主要施設配置 (JR 東日本提供資料より)

（１）浅河原調整池

浅河原調整池の平面と標準断面を図 8.3 に示す。

なお、同調整池では天端において堤軸に平行な複数の亀裂が発生していた。亀裂は雁行しながらおおむね連続し、亀裂発生範囲は堤頂長 292m のほぼ全長に及ぶとともに、これらの亀裂により貯水池側が沈下する段差が生じており（写真 8.1、8.2 参照）、複数亀裂での段差累積は最大 70cm 程度、1 つの亀裂での最大開口幅は 40cm 程度であった。亀裂の段差や開口の規模は堤体中央部ほど大きく両岸に向かって小さくなっていた。

地震による堤体の変形については、管理者による測量の結果、天端最下流の亀裂より下流側は地震前に比べて、大きな沈下が発生しておらず、下流側の段差に応じた上流側への沈下が発生している可能性があるとのことであった。ただし、基準点が移動している可能性があることから、今後、詳細な確認が必要である。

上下流のり面とも、はらみだし、亀裂などの変状は見あたらなかったが、すでに捨石工部分まで貯水池堆砂が進行しているため、上流側の堆砂位標高以下の挙動は確認できない状況にあった。

なお、10 月 25 日の調査後、当面の対応として、降雨の亀裂への浸透に伴う変状の進行を防止するためブルーシートがかけられた（写真 8.3 参照）。

今後、調整池の管理者である JR 東日本により、亀裂の範囲や変状メカニズムについての調査、分析を行い、補修が行われるとのことである。

天端のダム軸に平行な亀裂は、1984 年の長野県西部地震における牧尾ダム²⁾や 2003 年十勝沖地震における高見ダム³⁾などにおいても見られたが、亀裂深度調査により、亀裂は表面の保護層内にとどまり、遮水ゾーンに至らないことを確認のうえ、保護層の復旧で補修を終えている。しかし、これらのダムの亀裂では、天端における上下流方向の強い振動応答による開口は見られたが、本堤で見られたような大きな段差は認められていない。さらに、最大 70cm にも及ぶずれが収まる亀裂長さを考えると、亀裂はかなり深い部分まで及んでいる可能性がある。詳細は、管理者の詳細調査結果を待たなければならないが、心壁の被害程度によってはかなり大幅な補修になる可能性も想定される。なお、現在、管理者により 3 調整池堤体の被害状況の詳細調査、補修設計のための委員会（「JR 東日本信濃川発電所復旧工事技術専門委員会調整池分科会」）が開催されている。

貯水池への導水中に、本地震が発生し、地震により導水は中止された。しかし、停電により即座にゲートを開くことができず導水トンネル内に残った水が貯水池に流れ込み、一時的に高い水位にまで貯水位が上昇したとのことである（写真 8.4 参照）。その後、発電機を持ち込んでゲートを開き排水を行い、約 1 日で貯水池を空虚とするとともに、被害の状況や貯水状況を踏まえ、周辺に速やかに避難依頼を行ったとのことである。これは、ダムにおける水位低下設備の設置と自家発電設備の設置の重要性を再認識させられる事例であると考えられる。

漏水については、地震による量の変化や濁りの発生はないとのことであるが、余震が頻繁に発生していたため、安全上継続的な漏水量観測は行われていない。

取水設備については、目視では大きな被害は認められない状況であった。

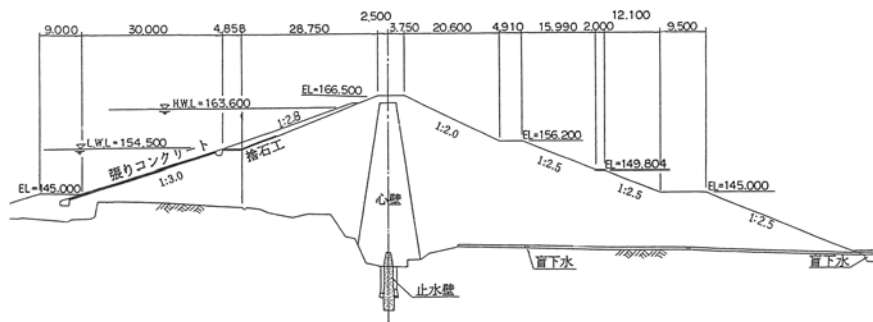


図 8.3 浅河原調整池の構造 (JR 東日本提供資料より)



写真 8.1 天端亀裂近景 (浅河原調整池)



写真 8.2 天端亀裂による段差 (浅河原調整池)



写真 8.3 天端亀裂のブルーシートによる保護 (浅河原調整池)



写真 8.4 地震後の水位上昇 (北陸地方整備局撮影) (浅河原調整池)

（２）新山本調整池

新山本調整池の平面と標準断面を図 8.4 に示す。

堤体天端の舗装アスファルトに、貯水池側から貯水池外側へ横断する亀裂が多数発生していた。亀裂の開口幅は大きいところで 2～3cm であった。堤体天端舗装の貯水池側の 2 箇所、埋設計器ケーブル保護用 H 鋼が突出しており、その突出部の舗装との高低差が 30～40cm 程度ある。また、天端舗装面は明らかに貯水池側に傾斜している箇所があった（写真 8.5 参照）。堤体の貯水池外側の天端から 1m 程度下がった部分で亀裂が堤軸方向に平行に 100m 程度発達し、亀裂発生位置より上部が陥没したように見える箇所があった（写真 8.6 参照）。

貯水池側のり面のリップラップに段差が認められる変状箇所が存在し（写真 8.7 参照）、深さについては不明であるが、すべりが発生している可能性がある。また、リップラップの下位標高部では玉石の底面が上を向いている箇所があるほか、一部噴砂と見られる痕跡が確認された。

以上のことを総合すると、天端のうち最大沈下発生箇所である貯水池側（上流側）のり肩付近で、地震前よりも数十cmの沈下が発生したと推定される。また、天端付近の部分が上流側に倒れ込むような変形が発生している可能性がある。このような変形挙動は、遠心力载荷模型実験や有効応力法に基づく弾塑性解析を用いた、大規模地震による中央コア型ロックフィルダムの被害形態についての研究結果⁴⁾と合致するが、今後の管理者により実施される詳細な調査により、その全容が明らかにされと考えられる。

また、貯水池外側のり面の中腹部にはすべり頂部と思われる滑落部とすべり末端部と推測されるはらみだし部が認められる（写真 8.8 参照）。その規模は、貯水池側から堤体の横断方向に幅 5m×堤軸方向に幅数十m程度である。しかし、堤体のり尻の部分にある側溝には変位が認められないことから、このすべりは中腹部の比較的浅い範囲において発生したものと推測されるが、今後の詳細な調査が必要であると考えられる。

本貯水池堤体は、1990 年に完成した比較的新しい中央土質遮水壁型のロックフィル形式であるため、漏水（浸透）量の観測のほか、間隙水圧計、土圧計、層別沈下計などの埋設計計器、また天端に 4 箇所、下流のり先に 2 箇所の計 6 箇所に地震計が設置され、挙動観測が行われている。現在管理者によって鋭意進められている、漏水量や（外部）変位計測、さらには埋設計器の計測値などに基づく挙動分析が待たれる。さらに、被害箇所については、トレンチやボーリングによる調査などが行われ、被害の全容が明らかにされるとともに、適切な補修が行われる予定である。

本震発生時点において、浅河原調整池と同様、貯水池への導水中で、地震により導水は中止されたが、停電により即座にゲートを開くことができず導水トンネル内に残った水が貯水池に流れ込み、一時的に高い水位にまで貯水位が上昇したとのことである。その後、発電機を持ち込んでゲート操作を行い、1 日程度で貯水池を空虚としたとのことである。

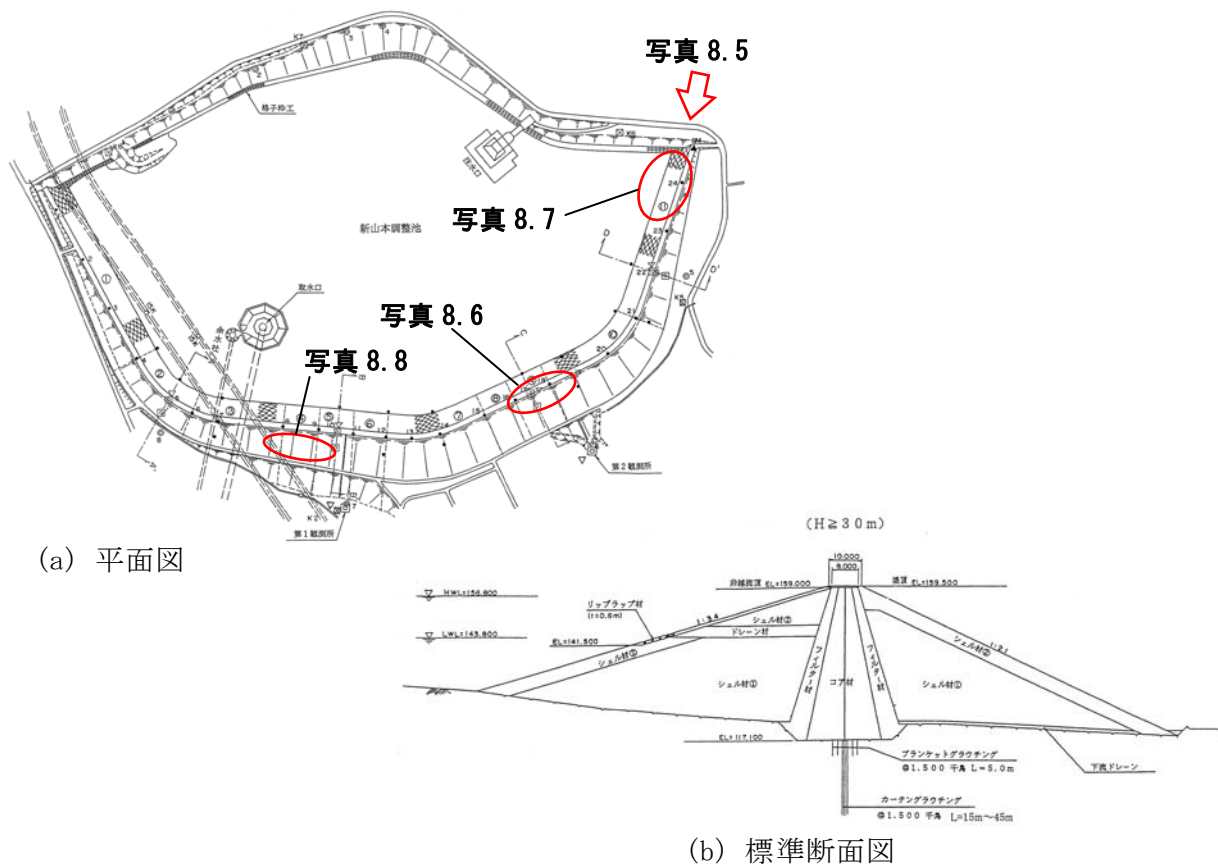


図 8.4 新山本調整池の構造 (JR 東日本提供資料より)



写真 8.5 天端舗装面の傾斜 (新山本調整池)



写真 8.6 貯水池外側のり面陥没および亀裂 (新山本調整池)



写真 8.7 貯水池側のり面リップラップの段差 (新山本調整池)



写真 8.8 貯水池外側のり面のはらみだし部 (新山本調整池)

(3) 山本調整池

山本調整池の平面と堤体標準断面を図 8.5 に示す。

貯水池側のり面のリップラップに頂部で 50cm 程度の段差を伴うすべり変状が確認された(写真 8.9 参照)。その規模は、堤軸方向に幅 10m×堤体横断方向に幅 5m 程度である。

なお、集水槽(取水工)周辺の擁壁部の裏込め沈下が顕著であった(写真 8.10 参照)。この裏込め土と堤体の接合部付近の堤体天端に小規模な縦断亀裂が発生していた。

地震後の堤体の測量も行われており、他の調整池堤体と同じく、基準点の移動が予想されるため、詳細な位置出しは今後の作業を待たなければならないが、堤体が沈下していることが考えられる。

また、地震後、漏水に濁りが認められるとのことであるので再運用時には漏水について注視する必要がある。

本震発生時点において、他の調整池と同様、貯水池への導水中で、地震により導水は中止されたが、停電により即座にゲートを開くことができず導水トンネル内に残った水が貯水池に流れ込み、一時的に高い水位にまで貯水位が上昇したとのことである。その後、発電機を持ち込んでゲート操作を行い、1 日程度で貯水池を空虚としたとのことである。

ペinstockおよびその下流の斜面にすべりが生じていること、取水工周りの盛土が沈下していることなどから、管理者では今後直上の取水工に変状がないかを確認する予定とのことである。また、小千谷発電所への導水管や発電機については、導水管の 1 本から漏水が認められたことを除いて外見上の大きな被害を受けていないが、最終的には通水しての詳細な点検によるとのことである。

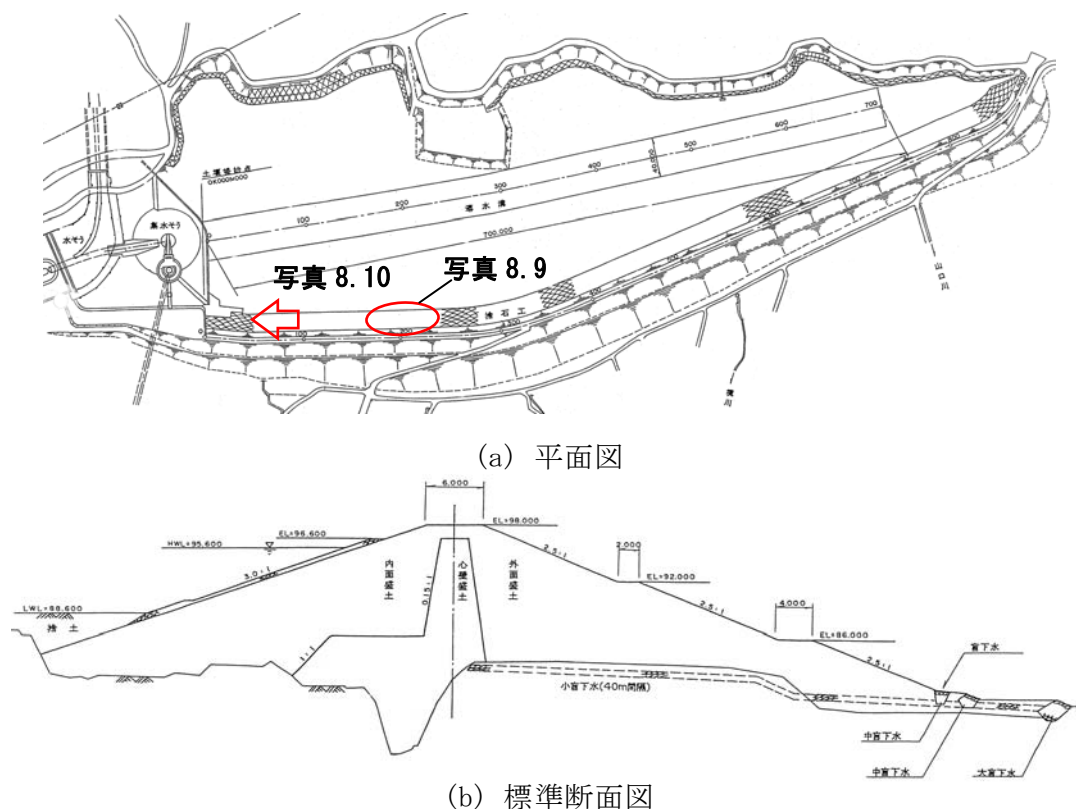


図 8.5 山本調整池の構造 (JR 東日本提供資料より)



写真 8.9 貯水池側のり面のすべり変状
(山本調整池)



写真 8.10 取水設備周辺の地盤変状
(山本調整池)

8. 3. 1. 2 農業用フィルダム⁵⁾

(1) 長福寺ダム

長福寺ダムの平面と堤体標準断面を図 8.6 に示す。

左右岸の地山取付け境界で上下流方向に横断する亀裂が発生していた。亀裂の開口幅は大きいところで 5cm であった (写真 8.11 参照)。天端亀裂の深さ等については開削調査が行われる予定である。

上下流のり面では、左岸側の洪水吐と上流側盛土の取付け部に段差が確認された。段差は約 7cm であった (写真 8.12 参照)。上流側のり面は張りブロックによって局所的な変状は見えにくかったが、目視上では大きな変状は認められなかった。

本震発生時点、貯水池は空虚であった。

漏水 (浸透) 量は、地震前には堤体部で 58.0ℓ/min、地山部で 2.4ℓ/min、地震直後 (10 月 23 日 18 時) には堤体部で 88.0ℓ/min、地山部で 2.4ℓ/min、地震から 2 時間後には堤体部で 125.9ℓ/min、地山部で 3.7ℓ/min、10 月 28 日 9 時には堤体部で 109.8ℓ/min、地山部で 1.9ℓ/min が観測されているが、その後は落ち着いており濁りもないとのことである。

なお、地震計は設置されていない。

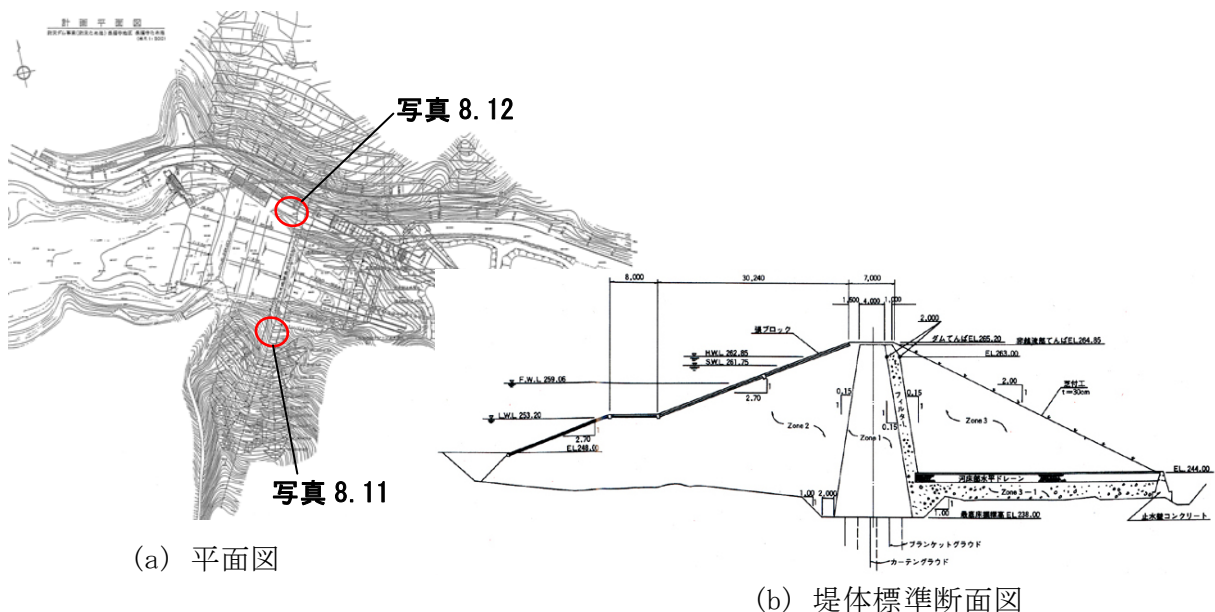


図 8.6 長福寺ダムの構造 (十日町地域振興局農業振興部提供資料より)

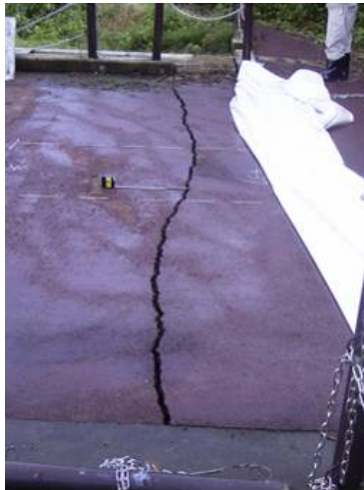


写真 8.11 天端の上下流方向に発生した亀裂
(長福寺ダム)



写真 8.12 洪水吐と張りブロック間の沈下
(長福寺ダム)

(2) 坪山ダム

坪山ダムの平面と堤体標準断面を図 8.7 に示す。

天端の舗装面に上下流方向に横断する亀裂が 5 本程度発生していた。

上下流のり面では、右岸側の洪水吐と盛土の取付け部で段差が確認された。段差は約 7cm 程度であった(写真 8.13 参照)。下流のり面では 3 カ所の変状(すべり、崩壊状の亀裂)が発生していた(写真 8.14 参照)。

本震発生時、貯水池は空虚であった。

漏水(浸透)量は、地震前には堤体部で 24.2ℓ/min、地山部で 0ℓ/min、地震直後(10 月 23 日 18 時)には堤体部で 21.7ℓ/min、地山部で 0ℓ/min、10 月 25 日 12 時には堤体部で 32.5ℓ/min、地山部で 0ℓ/min、同月 30 日 9 時には堤体部で 25.5ℓ/min、地山部で 0ℓ/min と、地震による変化がほとんどなく濁りもないとのことである。

なお、地震計は設置されていない。

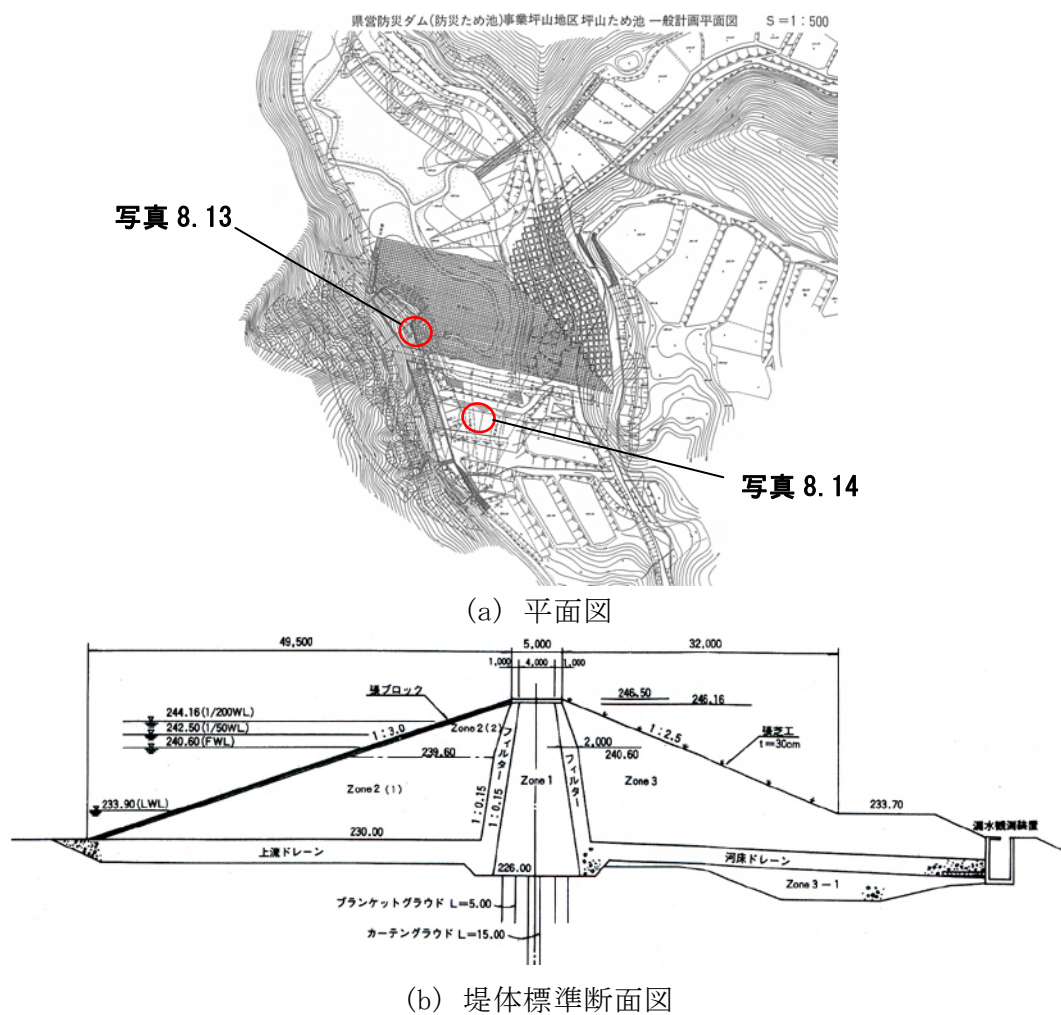


図 8.7 坪山ダムの構造（十日町地域振興局農業振興部提供資料より）

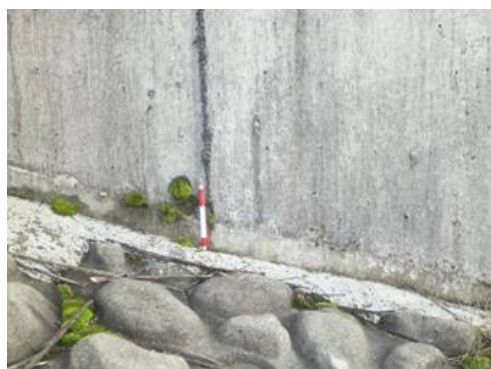


写真 8.13 洪水吐と張りブロック間の沈下（坪山ダム）



写真 8.14 下流のり面の亀裂（坪山ダム）

（３）川西ダム

川西ダムの平面と堤体標準断面を図 8.8 に示す。

天端舗装面の左右岸部に上下流方向に横断する亀裂が 4 本発生していた。測量の結果、天端で 31～276mm 沈下しているとのことであるが、基準点が移動している可能性があり、鉛直、水平方向の変位の検証が必要である。

上流のり面では左岸中位標高からのり尻にかけて変位（全体として沈下）が見られ、の

り先では上流側に水平移動している箇所が見受けられた。特に堤体左岸側の張りブロック部の変状（30cm 程度の陥没と段差）が顕著であった（写真 8.15、8.16 参照）。今後、ブロックを除去して内部の変状の調査が行われる予定である。

下流側では、洪水吐、放水路末端の側壁が 1 スパン分、打継ぎ目で上下の側壁が分離、崩壊している。また、管理棟が被災し、立ち入れない状況にあった。

漏水（浸透）は、地震後に濁りが確認されている。その後の調査で、放流水路に沿って設置してある導水管が損傷して、洪水吐からの漏水（浸透）が混入したことが判明したことから、地震後の正確な漏水（浸透）量のデータは現時点（H16.12 月 21 日）では得られない状況にある。

地震計は天端中央、左岸地山および下流法尻の 3 ヶ所に設置され、下流基礎で最大加速度 558gal を計測した。

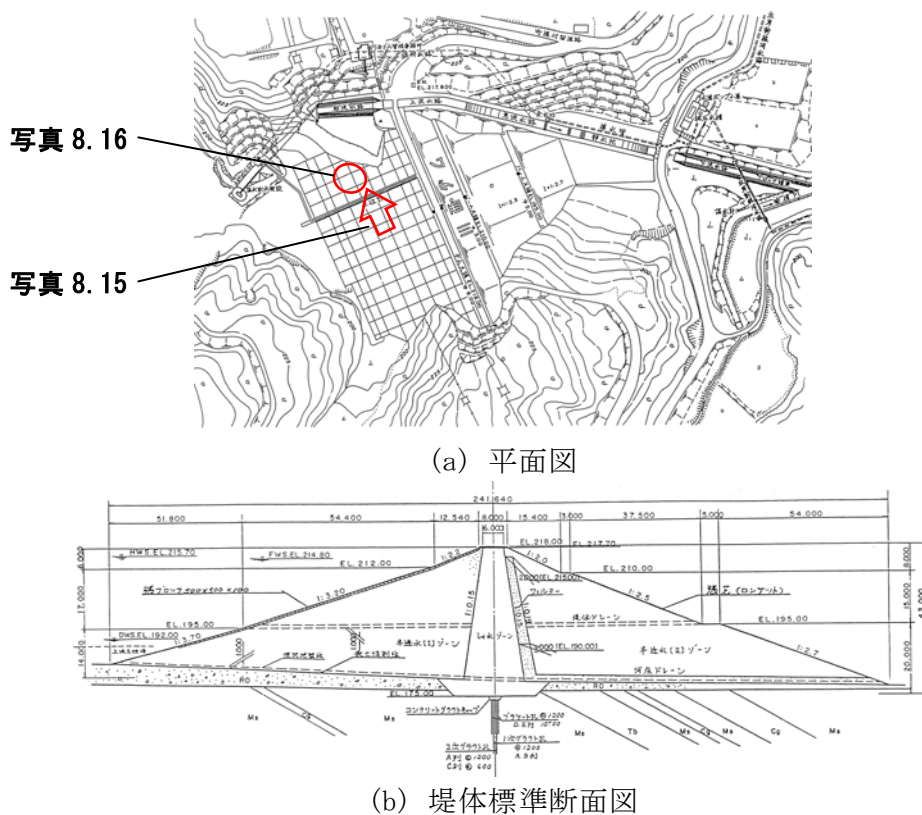


図 8.8 川西ダムの構造（十日町地域振興局農業振興部提供資料より）



写真 8.15 上流のり面の変状（川西ダム）



写真 8.16 上流のり尻から見た左岸上流のり面の変状（川西ダム）